

氏名	ナリマツ マキ 成松 眞樹
本籍（国籍）	岩手県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 670 号
学位授与年月日	平成 28 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学
学位論文題目	寒冷地域におけるマツタケの生態と栽培（Ecology and cultivation of edible mushroom <i>Tricholoma Matsutake</i> in cold region）
学位審査委員	主査 山形大学 教授 俵谷 圭太郎 副査 森 茂太(山形 教授),坂本 裕一(岩手 客員教員),橋本 靖(帯広 准教授)

論文の内容の要旨

I. 寒冷地域におけるマツタケの生態

マツタケ(*Tricholoma matsutake*)は経済的に重要な食用担子菌であるが、アカマツ(*Pinus densiflora*)などの樹木と菌根で共生するため、施設栽培技術は確立されていない。また、マツタケの生態に関する研究の多くは温暖地域で行われ、寒冷地域における知見は少ない。そこで本研究では、寒冷地域におけるマツタケの栽培技術の確立を最終的な目標として、栽培に関する基礎的な知見を得ることを目的に、岩手県内陸部のアカマツ林(調査地)で調査を行い、マツタケの生態を解析した。

マツタケの生産量は自然発生量に依存して不安定である。自然発生量の安定化にはコロニーの新規形成が有効であり、形成技術の確立には、自然におけるコロニー形成過程の理解が必要であるが、長期間の調査に基づく詳細な解析事例はない。そこで、調査地で採取したマツタケ子実体の核ゲノム DNA 配列に基づき、多型性の Simple sequence repeat (SSR)マーカーを 10 個開発して、2001 年と 2010 年に子実体の発生位置とジェネットを解析した。その結果、2010 年に 5 個の新規コロニーが確認された。新規コロニーは既存コロニーと独立して円形を呈し、新規コロニーを構成するジェネット(新規ジェネット)は既存コロニーのジェネット(既存ジェネット)と異なったことから、新規コロニーの形成は孢子によることが示唆された。また、新規ジェネットの親は近隣の既存ジェネットと推定され、親子間の平均距離は 19.59m であった。さらに、新規ジェネットは、皆伐跡や歩道といった地表攪乱跡地で見出され、皆伐跡には若いアカマツ林が成立していた。地表攪乱による鉍質土層の露出やアカマツ林の更新は、マツタケの孢子が細根に到達する確率を上げる点で重要とされる。以上のことから、孢子が定着しやすい環境(定着サイト)が地表攪乱や森林更新によって出現し、そこに近隣の既存コロニーから孢子が到来して新規コロニーが形成されたと推測され、マツタケのコロニー形成において、孢子の散布源が定着サイトの近隣に存在することの重要性が示された。

子実体発生量の制御には、変動要因の解析が必要である。主な変動要因は気温や降水量などの気象条件であり、このうち気温の作用機序の一つとして、菌糸量への影響が予想される。そこで、調査地における18年間の子実体発生位置を階層ベイズモデルで解析し、コロニー直径の拡大速度(菌糸量の近似値)と気象条件の関係を推定した。その結果、拡大速度は子実体発生前の気温に応じて増大し、子実体発生本数と正の相関を示したことから、気温がコロニーの拡大速度を介して子実体発生量に影響を及ぼすことが示唆された。また、コロニーの円周1mあたりの子実体発生本数は、(a)4~7月(菌糸成長または原基形成時期)の最高気温が平年値を超えた日数、(b)9月下旬(子実体発生時期)の日最低気温の平均値、(c)9月下旬の降雨日数と正の相関を示した。(a)は地温を介したコロニーの菌糸密度や原基数への影響、(b)は低温による原基成長の停止と発生量の減少で説明される。降水量の影響(c)は、気温(a)や(b)よりも小さかった。以上のことから、本調査地におけるマツタケ子実体発生量は、菌糸成長または原基形成時期と発生時期の低温で抑制されること、降水量の影響は気温よりも小さいことが明らかになり、高温や少雨が発生量を抑制するという温暖地域の知見とは異なる結果が得られた。

II. 寒冷地域におけるマツタケの栽培

アカマツ林にマツタケのコロニーを形成させるには、あらかじめマツタケの菌根を形成させた苗木(菌根苗)の利用が有効である。菌根苗の育成を行うには、菌糸成長至適温度の把握が必要であるが、寒冷地域の菌株に関する知見は無い。そこで、岩手県産の8菌株を15℃と25℃にてMYPG液体培地で30日間培養した結果、菌糸重量は各菌株で25℃の方が多い傾向を示した。このうち1菌株を5℃から30℃の6段階の温度で液体培養した結果、菌糸重量は20℃で最大だった。以上のことから、寒冷地域のマツタケ菌株の菌糸成長至適温度は20℃から25℃の間に存在し、温暖地域の菌株と差がないことが示された。

菌根苗の育成には大量の菌糸が必要であるが、マツタケの菌糸成長速度は一般的な腐生菌と比べて遅い。そこで、培養効率の向上を目的として、液体培養における担体の種類と振盪の有無が、菌糸成長量と菌糸体の形態へ与える影響を検討した。担体にPoly Ethylene Terephthalate製不織布(PET布)または木綿布を用いてMYPG液体培地で35日間、振盪培養を行った結果、PET布で菌糸成長量が木綿布に比べて220%、担体不使用に比べて160%、それぞれ増加した。また、PET布を用いた振盪培養と静置培養では、菌糸成長量は同程度であったが、静置培養では層状で均質の菌糸体を得られた。以上のことから、PET布を担体に用いた静置培養により、層状のマツタケ菌糸体(種菌シート)を大量培養することが可能となった。

菌根苗を野外での接種に用いるためには、培地の養分濃度を下げ、他の菌の増殖を抑えることが必要である。そこで、マツタケ発生地(B層)土壌を滅菌し、種菌シートを接種して菌糸を蔓延させた後に、アカマツ無菌実生を移植して、明条件で9か月間育成した。その結果、アカマツの細根が種菌シート上に層を形成し、その一部に菌根が形成された。以上のことから、寒冷地域産の菌株と滅菌土壌を用いた菌根形成が可能となった。

論文審査の結果の要旨

マツタケ(*Tricholoma matsutake*)は経済的に重要な食用担子菌であるが、アカマツ(*Pinus densiflora*)などの樹木と菌根で共生するため、施設栽培技術は確立されていない。また、マツタケの生態に関する研究の多くは温暖地域で行われ、寒冷地域における知見は少ない。そこで本研究では、寒冷地域におけるマツタケの栽培技術の確立を最終的な目標として、栽培に関する基礎的な知見を得ることを目的に、岩手県内陸部のアカマツ林(調査地)で調査を行い、マツタケの生態を解析した。マツタケ子実体の核ゲノム DNA 配列に基づき、多型性の Simple sequence repeat (SSR) マーカーを 10 個開発して、2001 年と 2010 年に子実体の発生位置とジェネットを解析した。2010 年に 5 個の新規コロニーが確認された。新規コロニーは既存コロニーと独立して円形を呈し、新規コロニーを構成するジェネット(新規ジェネット)は既存コロニーのジェネット(既存ジェネット)と異なった。また親子間の平均距離は 19.59m であった。新規ジェネットは、皆伐跡や歩道といった地表攪乱跡地で見出され、皆伐跡には若いアカマツ林が成立していた。調査地における 18 年間の子実体発生位置を階層ベイズモデルで解析し、コロニー直径の拡大速度(菌糸量の近似値)と気象条件の関係を推定した。

拡大速度は子実体発生前の気温に応じて増大し、子実体発生本数と正の相関を示したことから、気温がコロニーの拡大速度を介して子実体発生量に影響を及ぼすことが示唆された。また、コロニーの円周 1m あたりの子実体発生本数は、(a)4~7 月(菌糸成長または原基形成時期)の最高気温が平年値を超えた日数、(b)9 月下旬(子実体発生時期)の日最低気温の平均値、(c)9 月下旬の降雨日数と正の相関を示した。(a)は地温を介したコロニーの菌糸密度や原基数への影響、(b)は低温による原基成長の停止と発生量の減少で説明される。降水量の影響(c)は、気温(a)や(b)よりも小さかった。以上のことから、本調査地におけるマツタケ子実体発生量は、菌糸成長または原基形成時期と発生時期の低温で抑制されること、降水量の影響は気温よりも小さいことが明らかになり、高温や少雨が発生量を抑制するという温暖地域の知見とは異なる結果が得られた。岩手県産の 8 菌株を 15℃と 25℃にて MYPG 液体培地で 30 日間培養した結果、菌糸重量は各菌株で 25℃の方が高い傾向を示した。このうち 1 菌株を 5℃から 30℃の 6 段階の温度で液体培養した結果、菌糸重量は 20℃で最大だった。以上のことから、寒冷地域のマツタケ菌株の菌糸成長至適温度は 20℃から 25℃の間に存在し、温暖地域の菌株と差がないことが示された。これらの結果はマツタケの生態に関する基礎的知見を与えるものであるのみならず、マツタケ栽培に貢献する可能性がある。

本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士(農学)の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文
主論文

Narimatsu M, Koiwa T, Masaki T, Sakamoto Y, Ohmori H, Tawaraya K (2015) Relationship between climate, expansion rate, and fruiting in fairy rings (“shiro”) of an ectomycorrhizal fungus *Tricholoma matsutake* in a *Pinus densiflora* forest. *Fungal Ecology* 15:18–28.

参考論文

1 . Lian C, Narimatsu M, Nara K, Hogetsu T (2006) *Tricholoma matsutake* in a natural *Pinus densiflora* forest: Correspondence between above- and below-ground genets, association with multiple host trees and alteration of existing ectomycorrhizal communities. *New Phytologist* 171:825–836.

2 . Murata H, Ohta A, Yamada A, Narimatsu M, Futamura N (2005) Genetic mosaics in the massive persisting rhizosphere colony “shiro” of the ectomycorrhizal basidiomycete *Tricholoma matsutake*. *Mycorrhiza* 15:505–512.